

Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)

International application number: PCT/JP05/012884

International filing date: 06 July 2005 (06.07.2005)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: JP
Number: 2004-200514
Filing date: 07 July 2004 (07.07.2004)

Date of receipt at the International Bureau: 11 August 2005 (11.08.2005)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日
Date of Application: 2004年 7月 7日

出願番号
Application Number: 特願 2004-200514

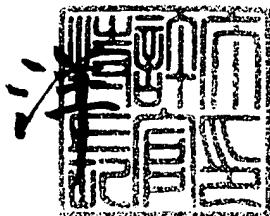
パリ条約による外国への出願
に用いる優先権の主張の基礎
となる出願の国コードと出願
番号
The country code and number
of your priority application,
to be used for filing abroad
under the Paris Convention, is

出願人
Applicant(s): JFEスチール株式会社

2005年 7月 27日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

小川



【書類名】 特許願
【整理番号】 2004S00384
【提出日】 平成16年 7月 7日
【あて先】 特許庁長官 殿
【国際特許分類】 C22C 38/00
C21D 8/00

【発明者】
【住所又は居所】 東京都千代田区内幸町二丁目2番3号 JFEスチール株式会社
内
【氏名】 長尾 彰英

【発明者】
【住所又は居所】 東京都千代田区内幸町二丁目2番3号 JFEスチール株式会社
内
【氏名】 大井 健次

【特許出願人】
【識別番号】 000001258
【氏名又は名称】 JFEスチール株式会社

【代理人】
【識別番号】 100083839
【弁理士】
【氏名又は名称】 石川 泰男
【電話番号】 03-5443-8461

【手数料の表示】
【予納台帳番号】 007191
【納付金額】 16,000円

【提出物件の目録】
【物件名】 特許請求の範囲 1
【物件名】 明細書 1
【物件名】 要約書 1
【包括委任状番号】 0304278

【書類名】特許請求の範囲

【請求項1】

質量%で、

C : 0.02~0.18%、
Si : 0.05~0.5%、
Mn : 0.5~2.0%、
Al : 0.005~0.1%、
N : 0.0005~0.008%、
P : 0.03%以下、
S : 0.03%以下、

残部：Feおよび不可避的不純物

からなる鋼を鋳造後、Ar₃変態点以下に冷却することなく、あるいはAc₃変態点以上に再加熱し、所定の板厚に熱間圧延した後、引続きAr₃変態点以上から直接焼入れ、あるいは加速冷却によって400°C以下の温度まで冷却した後、圧延機および直接焼入れ装置もしくは加速冷却装置と同一の製造ライン上に直結して設置された加熱装置を用いて、460°CからAc₁変態点以下の所定の焼戻し温度までの板厚中心部の平均昇温速度を1°C/s以上として、板厚中心部の最高到達温度を520°C以上に焼戻すことを特徴とする、応力除去焼鈍処理用の高張力鋼板の製造方法。

【請求項2】

質量%で、

C : 0.02~0.18%、
Si : 0.05~0.5%、
Mn : 0.5~2.0%、
Al : 0.005~0.1%、
N : 0.0005~0.008%、
P : 0.03%以下、
S : 0.03%以下、

残部：Feおよび不可避的不純物

からなる鋼を鋳造後、Ar₃変態点以下に冷却することなく、あるいはAc₃変態点以上に再加熱し、所定の板厚に熱間圧延した後、引続きAr₃変態点以上から直接焼入れ、あるいは加速冷却によって400°C以下の温度まで冷却し、この後、圧延機および直接焼入れ装置もしくは加速冷却装置と同一の製造ライン上に直結して設置された加熱装置を用いて、焼戻し開始温度から460°Cまでの板厚中心部の平均昇温速度を1°C/s未満で、かつ460°C以上Ac₁変態点以下の所定の焼戻し温度までの板厚中心部の平均昇温速度を1°C/s以上として、板厚中心部の最高到達温度を520°C以上に焼戻すことを特徴とする、応力除去焼鈍処理用の高張力鋼板の製造方法。

【請求項3】

質量%で、さらに、

Cu : 2%以下、
Ni : 4%以下、
Cr : 2%以下、
Mo : 1%以下

の1種または2種以上を含有することを特徴とする、請求項1または2に記載の、応力除去焼鈍処理用の高張力鋼板の製造方法。

【請求項4】

質量%で、さらに、

Nb : 0.05%以下、
V : 0.5%以下、
Ti : 0.03%以下

の1種または2種以上を含有することを特徴とする、請求項1から3の何れか1つに記載

の、応力除去焼鈍処理用の高張力鋼板の製造方法。

【請求項 5】

質量%で、さらに、

B : 0.003%以下、

C a : 0.01%以下、

R E M : 0.02%以下、

M g : 0.01%以下

の1種または2種以上を含有することを特徴とする、請求項1から4の何れか1つに記載の、応力除去焼鈍処理用の高張力鋼板の製造方法。

【書類名】明細書

【発明の名称】高張力鋼板の製造方法

【技術分野】

【0001】

この発明は、応力除去焼純処理（以下、PWHTという）がなされる高張力鋼板の製造方法に関し、特に、焼入れ・焼戻し材の焼戻し処理時における板厚中心部の昇温速度を規定することによって、従来材よりもPWHT後の強度・靭性バランスに優れる高張力鋼板の製造方法に関するものである。

【背景技術】

【0002】

タンク・ベンストック等に用いられる高張力鋼板は、構造物作製時に施される溶接処理後にPWHTを実施することによって、残留応力の緩和・溶接硬化部の軟化・水素逸散等を行い、構造物の変形や脆性破壊の発生の防止が図られる場合が多い。

【0003】

近年、タンク・ベンストック等の鋼構造物の大型化が指向され、鋼材の高強度化・厚肉化のニーズが高揚している。しかし、鋼材を高強度化・厚肉化すると、PWHT条件もより高温かつ長時間の厳しい条件となる傾向があり、しばしば処理後の強度低下や靭性劣化を引き起こした。

【0004】

このため、例えば、特公昭59-232234号公報（特許文献1）、特公昭62-93312号公報（特許文献2）、特公平9-256037号公報（特許文献3）、特公平9-256038号公報（特許文献4）等に、合金元素の最適化、加工熱処理技術の適用、またはPWHT前の熱処理の活用等によって、PWHT後の強度および靭性の優れた鋼板の製造方法が開示されている。

【0005】

【特許文献1】特公昭59-232234号公報

【特許文献2】特公昭62-93312号公報

【特許文献3】特公平9-256037号公報

【特許文献4】特公平9-256038号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

しかし、上記特許文献1～4等に開示されている方法によっても、寒冷地で使用される場合等に求められるPWHT後の厳しい強度・靭性特性には対応できないという問題があり、PWHT後の強度・靭性バランスがより優れた高張力鋼板の製造方法が求められていた。

【課題を解決するための手段】

【0007】

この発明は、従来技術における上記問題点を克服すべく、特に焼入れ・焼戻し材の焼戻し処理時における板厚中心部の昇温速度を規定することによって、セメントタイトを微細分散析出させ、PWHT後の強度・靭性の劣化の主な要因となるPWHTによるセメントタイトの凝集・粗大化を抑制して、PWHT後の強度・靭性バランスが従来材よりも極めて優れた高張力鋼板の製造を可能とする方法を提供するものであり、その要旨とするところは次の通りである。

【0008】

請求項1記載の発明は、質量%で、C:0.02～0.18%、Si:0.05～0.5%、Mn:0.5～2.0%、Al:0.005～0.1%、N:0.0005～0.008%、P:0.03%以下、S:0.03%以下、残部:Feおよび不可避的不純物からなる鋼を鋳造後、 A_{r3} 変態点以下に冷却することなく、あるいは A_{c3} 変態点以上に再加熱し、所定の板厚に熱間圧延した後、引続き A_{r3} 変態点以上から直接焼入れ、ある

いは加速冷却によって400°C以下の温度まで冷却した後、圧延機および直接焼入れ装置もしくは加速冷却装置と同一の製造ライン上に直結して設置された加熱装置を用いて、460°Cから A_{C_1} 変態点以下の所定の焼戻し温度までの板厚中心部の平均昇温速度を1°C/s以上として、板厚中心部の最高到達温度を520°C以上に焼戻すことに特徴を有するものである。

【0009】

請求項2記載の発明は、質量%で、C:0.02~0.18%、Si:0.05~0.5%、Mn:0.5~2.0%、Al:0.005~0.1%、N:0.0005~0.008%、P:0.03%以下、S:0.03%以下、残部:Feおよび不可避的不純物からなる鋼を鋳造後、 A_{r_3} 変態点以下に冷却することなく、あるいは A_{C_3} 変態点以上に再加熱し、所定の板厚に熱間圧延した後、引続き A_{r_3} 変態点以上から直接焼入れ、あるいは加速冷却によって400°C以下の温度まで冷却し、この後、圧延機および直接焼入れ装置もしくは加速冷却装置と同一の製造ライン上に直結して設置された加熱装置を用いて、焼戻し開始温度から460°Cまでの板厚中心部の平均昇温速度を1°C/s未満で、かつ460°C以上 A_{C_1} 変態点以下の所定の焼戻し温度までの板厚中心部の平均昇温速度を1°C/s以上として、板厚中心部の最高到達温度を520°C以上に焼戻すことに特徴を有するものである。

【0010】

請求項3記載の発明は、請求項1または2記載の発明において、質量%で、さらに、Cu:2%以下、Ni:4%以下、Cr:2%以下、Mo:1%以下の1種または2種以上を含有することに特徴を有するものである。

【0011】

請求項4記載の発明は、請求項1から3の何れか1つに記載の発明において、質量%で、さらに、Nb:0.05%以下、V:0.5%以下、Ti:0.03%以下の1種または2種以上を含有することに特徴を有するものである。

【0012】

請求項5記載の発明は、請求項1から4の何れか1つに記載の発明において、質量%で、さらに、B:0.003%以下、Ca:0.01%以下、REM:0.02%以下、Mg:0.01%以下の1種または2種以上を含有することに特徴を有するものである。

【発明の効果】

【0013】

この発明によれば、PWHT後の強度・韌性バランスに極めて優れた高張力鋼板の製造が可能となる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0014】

先ず、この発明における成分の限定理由について述べる。なお、化学成分組成割合を示す%は、何れも質量%である。

【0015】

(C:0.02~0.18%)

Cは、強度を確保するために含有するが、0.02%未満ではその効果が不十分である。一方、0.18%を超えると母材および溶接熱影響部の韌性が劣化するとともに、溶接性が著しく劣化する。従って、C含有量を0.02~0.18%の範囲内に限定する。

【0016】

(Si:0.05~0.5%)

Siは、製鋼段階の脱酸材および強度向上元素として含有するが、0.05%未満ではその効果が不十分である。一方、0.5%を超えると、セメンタイトの生成を抑制する効果により、焼戻し温度を520°C以上としてもセメンタイトの十分な微細分散析出状態が得られず、PWHT後の韌性が劣化する。従って、Si含有量を0.05~0.5%の範囲内に限定する。

【0017】

(Mn : 0.5 ~ 2.0 %)

Mnは、強度を確保するために含有するが、0.5%未満ではその効果が不十分である。一方、2.0%を超えると溶接熱影響部の韌性が劣化するとともに、溶接性が著しく劣化する。従って、Mn含有量を0.5~2.0%の範囲内に限定する。

【0018】

(Al : 0.005 ~ 0.1%)

Alは、脱酸材として添加されると同時に、結晶粒径の微細化にも効果があるが、0.005%未満の場合にはその効果が十分でない。一方、0.1%を超えて含有すると、鋼板の表面疵が発生し易くなる。従って、Al含有量を0.005~0.1%の範囲内に限定する。

【0019】

(N : 0.0005 ~ 0.008%)

Nは、Ti等と窒化物を形成することによって組織を微細化し、母材ならびに溶接熱影響部の韌性を向上させる効果を有するために添加するが、0.0005%未満では組織の微細化効果が十分にもたらされない。一方、0.008%を超える添加は固溶N量が増加するために母材および溶接熱影響部の韌性を損なう。従って、N含有量を0.0005~0.008%の範囲内に限定する。

【0020】

(P : 0.03%以下、S : 0.03%以下)

P、Sは、何れも不純物元素であり、0.03%を超えると健全な母材および溶接継手を得ることができなくなる。従って、P、S含有量を0.03%以下に限定する。

【0021】

この発明では、所望の特性に応じてさらに以下の成分を含有することができる。

【0022】

(Cu : 2%以下)

Cuは、固溶強化および析出強化により強度を向上する作用を有している。しかしながら、Cu含有量が2%を超えると、鋼片加熱時や溶接時に熱間での割れを生じやすくなる。従って、Cuを添加する場合には、その含有量を2%以下に限定する。

【0023】

(Ni : 4%以下)

Niは、韌性および焼入れ性を向上する作用を有している。しかしながら、Ni含有量が4%を超えると、経済性が劣る。従って、Niを添加する場合には、その含有量を4%以下に限定する。

【0024】

(Cr : 2%以下)

Crは、強度および韌性を向上する作用を有しており、また、高温強度特性に優れる。しかしながら、Cr含有量が2%を超えると、溶接性が劣化する。従って、Crを添加する場合には、その含有量を2%以下に限定する。

【0025】

(Mo : 1%以下)

Moは、焼入れ性および強度を向上する作用を有しており、また高温強度特性に優れる。しかしながら、Mo含有量が1%を超えると、経済性が劣る。従って、Moを添加する場合には、その含有量を1%以下に限定する。

【0026】

(Nb : 0.05%以下)

Nbは、マイクロアロイング元素として強度を向上させるために添加する。しかしながら、0.05%を超えると溶接熱影響部の韌性を劣化させる。従って、Nbを添加する場合には、その含有量を0.05%以下に限定する。

【0027】

(V : 0.5%以下)

Vは、マイクロアロイング元素として強度を向上させるために添加する。しかしながら、0.. 5 %を超えると溶接熱影響部の韌性を劣化させる。従って、Vを添加する場合には、その含有量を0.. 5 %以下に限定する。

【0028】

(Ti : 0.. 03%以下)

Tiは、圧延加熱時あるいは溶接時にTiNを生成し、オーステナイト粒の成長を抑制し、母材ならびに溶接熱影響部の韌性を向上させる。しかしながら、その含有量が0.. 03 %を超えると溶接熱影響部の韌性を劣化させる。従って、Tiを添加する場合には、その含有量を0.. 03 %以下に限定する。

【0029】

(B : 0.. 003%以下)

Bは、焼入れ性を向上する作用を有している。しかしながら、0.. 003 %を超えると、韌性を劣化させる。従って、Bを添加する場合には、その含有量を0.. 003 %以下に限定する。

【0030】

(Ca : 0.. 01%以下)

Caは、硫化物系介在物の形態制御に不可欠な元素である。しかしながら、0.. 01 %を超える添加は、清浄度の低下を招く。従って、Caを添加する場合には、その含有量を0.. 01 %以下に限定する。

【0031】

(REM : 0.. 02%以下)

REMは、鋼中にREM(O、S)として硫化物を生成することによって結晶粒界の固溶S量を低減して耐SR割れ特性を改善する。しかしながら、0.. 02 %を超える添加は、清浄度の低下を招く。従って、REMを添加する場合には、その添加量を0.. 02 %以下に限定する。

【0032】

(Mg : 0.. 01%以下)

Mgは、溶銑脱硫材として使用する場合がある。しかしながら、0.. 01 %を超える添加は、清浄度の低下を招く。従って、Mgを添加する場合には、その添加量を0.. 01 %以下に限定する。

【0033】

次に、この発明における製造条件の限定理由について述べる。

【0034】

(鋳造条件)

この発明は、いかなる鋳造条件で製造された鋼材についても有効であるので、特に鋳造条件を限定する必要はない。

【0035】

(圧延条件)

鉄片をAr₃変態点以下に冷却することなく、そのまま熱間圧延を開始しても、一度冷却した鉄片をAc₃変態点以上に再加熱した後に熱間圧延を開始しても良い。これは、この温度域で圧延を開始すれば、この発明の有効性は失われないためである。なお、この発明においては、Ar₃変態点以上で圧延を終了すれば、その他の圧延条件に関して特に規定するものではない。これは、Ar₃変態点以上の温度の圧延であれば、再結晶域で圧延を行っても未結晶域で圧延を行っても、この発明の有効性は發揮されるためである。

【0036】

(直接焼入れあるいは加速冷却)

熱間圧延終了後、母材強度および母材韌性を確保するため、Ar₃変態点以上の温度から400°C以下まで強制冷却を施すことが必要である。鋼板の温度が400°C以下になるまで冷却する理由は、オーステナイトからマルテンサイトもしくはベイナイトへの変態を完了させ、母材を強化するためである。このときの冷却速度は、1°C/s以上とするのが

好ましい。

【0037】

(焼戻し装置の設置方法)

焼戻しは、圧延機および直接焼入れ装置もしくは加速冷却装置と同一の製造ライン上に直結して設置された加熱装置を用いて行うものとした。これは、直結化によって圧延・焼入れ処理から焼戻し処理までに要する時間を短くすることが可能となり、生産性の向上がもたらされるためである。

【0038】

(焼戻し条件-1)

焼入れ時には自動焼戻しによって若干のセメントタイトが生成する。この状態にある焼入れ材を A_{C_1} 変態点以下の所定の焼戻し温度までの板厚中心部の平均昇温速度を $1^{\circ}\text{C}/\text{s}$ 以上、好ましくは $2^{\circ}\text{C}/\text{s}$ 以上と高速にして、 520°C 以上に焼戻すと、セメントタイトが旧オーステナイト粒界やラス境界のみではなく粒内にも析出することによって、セメントタイトが微細分散析出し、PWHT後の強度・韌性の劣化の主な要因となるセメントタイトの凝集・粗大化が抑制され、この結果、PWHT後の強度・韌性バランスが従来材よりも向上することが本発明者等による研究から明らかとされた。以上より、 460°C から A_{C_1} 変態点以下の所定の焼戻し温度までの板厚中心部の平均昇温速度を $1^{\circ}\text{C}/\text{s}$ 以上として、板厚中心部の最高到達温度を 520°C 以上に焼戻すこととした。

【0039】

(焼戻し条件-2)

更に、本発明者等は、上記焼戻し条件-1によるセメントタイトの微細分散析出のメカニズムを詳細に調べた結果、自動焼戻しによって若干のセメントタイトが生成している焼入れ材を昇温した場合、鋼板の温度が 460°C までは自動焼戻しによって生じたセメントタイトが溶解し、 460°C を超えると旧オーステナイト粒界やラス境界からセメントタイトの核生成・成長が生じ、さらに鋼板の温度が 520°C を超えると、粒内からセメントタイトの核生成・成長が生じるようになるといった知見を得た。この知見を基に、 520°C 以上の焼戻し処理を行う場合には、焼戻し開始温度から 460°C までの板厚中心部の平均昇温速度を $1^{\circ}\text{C}/\text{s}$ 未満と低速にすることにより、焼入れ時に自動焼戻しによって生成したセメントタイトを充分に溶解させる時間を与え、更に、 460°C 以上 A_{C_1} 変態点以下の所定の焼戻し温度までの板厚中心部の平均昇温速度を $1^{\circ}\text{C}/\text{s}$ 以上、好ましくは $2^{\circ}\text{C}/\text{s}$ 以上と高速にすることによって、旧オーステナイト粒界やラス境界からのセメントタイトの核生成・成長をなるべく抑制し、 520°C 以上で生じる粒内からのセメントタイトの核生成・成長を促進させると、上記焼戻し条件-1によって焼戻し処理を施した場合よりも、更に微細なセメントタイトの分散析出状態が得られ、PWHT後の強度・韌性バランスが更に向上することが実験的に検証された。

【0040】

以上より、焼戻し開始温度から 460°C までの板厚中心部の平均昇温速度を $1^{\circ}\text{C}/\text{s}$ 未満で、かつ 460°C 以上 A_{C_1} 変態点以下の所定の焼戻し温度までの板厚中心部の平均昇温速度を $1^{\circ}\text{C}/\text{s}$ 以上として、板厚中心部の最高到達温度を 520°C 以上に焼戻すこととした。

【0041】

なお、この発明における鋼板の温度は、板厚中心部の位置での温度であり、表面実測温度から計算により管理される。

【0042】

この発明は、転炉法・電気炉法等で溶製されたいかなる鋼や、連続鋳造・造塊法等で製造されたいかなるスラブについても有効であるので、特に鋼の溶製方法やスラブの製造方法を特定する必要は無い。

【0043】

焼戻し時の加熱方式は、誘導加熱、通電加熱、赤外線輻射過熱、雰囲気加熱等、所要の昇温速度が達成される方式で良い。

【004.4】

焼戻し時における平均昇温速度の規定は、板厚中心部にて行ったが、板厚中心部近傍はほぼ同様の温度履歴となるため、板厚中心部のみに限定されるものではない。

【004.5】

また、焼戻し時の昇温過程は、所定の平均昇温速度さえ得られれば、この発明は有効であるので、直線的な温度履歴を取っても、途中温度で滞留するような温度履歴を取っても構わない。

【004.6】

焼戻し温度における保持は特に必要ではない。保持する場合には、生産性の低下や析出物の粗大化に起因する韌性の劣化を防止すべく、60 sec以下とすることが望ましい。

【004.7】

焼戻し後の冷却速度については、冷却中における析出物の粗大化を防止すべく、焼戻し温度～200°Cまでにおける板厚中心部の平均冷却速度を0.05°C/s以上とすることが望ましい。

【実施例】

【004.8】

次に、この発明を実施例によって更に説明する。

【004.9】

表1に示す鋼A～Lを溶製してスラブに鋳造し、加熱炉で加熱後、圧延を行った。圧延後、引続き直接焼入れし、次いで、直列に設置した2台のソノレイド型誘導加熱装置を用いて、焼戻し開始から460°Cまでは1台目の誘導加熱装置により、460°Cから所定の焼戻し温度までは2台目の誘導加熱装置にて連続的に焼戻し処理を行った。また、板厚中心部の平均昇温速度は、鋼板の通板速度によって管理した。なお、焼戻し温度にて保持する場合には、鋼板を往復させて加熱することによって、±5°Cの範囲内で保持を行った。また、加熱後の冷却は空冷とした。

【005.0】

さらに、上記焼入れ・焼戻し材に(580～690°C)×(1 h～24 hr)の条件でPWHTを施した。加熱・冷却条件等は、JIS-Z-3700に準拠した。

【005.1】

表1にP_{CM}、A_{C1}変態点、A_{C3}変態点、A_{r3}変態点の値を併せて示し、表外にこれらの算出式を示す。

【005.2】

以上の鋼板製造条件を表2に、これらの製造条件で製造した鋼板の引張強度および板厚中心部の脆性・延性破面遷移温度(vTrs)を表3に示す。引張強度は、全厚引張試験片により測定し、韌性は、板厚中心部より採取した試験片を用いたシャルピー衝撃試験によって得られるvTrsで評価した。

【005.3】

材料特性の目標は、鋼A～FのPWHT後の引張強度：570 MPa以上、vTrs：-50°C以下、鋼G～LのPWHT後の引張強度：780 MPa以上、vTrs：-40°C以下で、かつ、鋼A～LのPWHT前とPWHT後の引張強度差：40 MPa以内、vTrs差：20°C以内とした。

【005.4】

【表1】

鋼種	C	Si	Mn	P	S	Cu	Ni	Cr	Mo	Nb	V	Ti	B	Al	P _{CM}	A _{C1}	A _{C3}	A _T _N	709	830	776	本発明例	備考	
A	0.08	0.20	1.31	0.011	0.001	0.00	0.00	0.05	0.012	0.000	0.000	0.000	0.000	0.031	0.0025	0.16	709	709	709	709	709	709	709	709
B	0.15	0.34	1.35	0.018	0.002	0.00	0.00	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.028	0.0029	0.23	712	823	823	823	823	823	823	823
C	0.09	0.26	1.45	0.014	0.002	0.00	0.00	0.00	0.021	0.041	0.008	0.000	0.022	0.0037	0.17	708	829	829	829	829	829	829	829	829
D	0.09	0.29	0.92	0.014	0.008	0.18	0.09	0.16	0.14	0.000	0.082	0.000	0.0012	0.030	0.0030	0.19	719	836	836	836	836	836	836	836
E	0.11	0.33	1.22	0.012	0.005	0.38	0.19	0.35	0.00	0.000	0.000	0.000	0.0023	0.027	0.0031	0.23	719	828	828	828	828	828	828	828
F	0.08	0.47	0.62	0.011	0.001	0.15	0.45	1.45	0.52	0.000	0.000	0.005	0.0008	0.025	0.0037	0.23	752	845	845	845	845	845	845	845
G	0.15	0.34	1.22	0.018	0.004	0.00	0.00	0.06	0.05	0.022	0.008	0.009	0.009	0.024	0.0024	0.23	715	825	825	825	825	825	825	825
H	0.14	0.33	1.20	0.014	0.005	0.00	0.00	0.09	0.14	0.022	0.020	0.013	0.0110	0.032	0.0030	0.23	716	826	826	826	826	826	826	826
I	0.08	0.26	0.93	0.007	0.008	0.21	1.21	0.53	0.33	0.010	0.050	0.000	0.000	0.033	0.0031	0.22	711	816	816	816	816	816	816	816
J	0.09	0.21	1.09	0.005	0.002	0.17	1.52	0.28	0.48	0.012	0.050	0.000	0.000	0.028	0.0046	0.24	697	804	804	804	804	804	804	804
K	0.09	0.27	0.77	0.002	0.001	0.00	3.07	0.51	0.50	0.000	0.112	0.000	0.000	0.052	0.0035	0.26	686	783	783	783	783	783	783	783
L	0.09	0.18	1.45	0.009	0.003	0.19	2.25	0.42	0.48	0.010	0.042	0.000	0.000	0.027	0.0037	0.27	684	784	784	784	784	784	784	784

【0055】

$$P_{CM} = C + Si / 30 + (Mn + Cu + Cr) / 20 + Mo / 15 + Ni / 60 + V / 10 + 5B$$

$$A_{C1} = 723 - 14Mn + 22Si - 14.4Ni + 23.3Cr$$

$$A_{C3} = 854 - 180C + 44Si - 14Mn - 17.8Ni - 1.7Cr$$

$$A_{T_N} = 910 - 310C - 80Mn - 20Cu - 15Cr - 55Ni - 80Mo$$

No.	鋼種	板厚(mm)	加熱温度(℃)	直接焼入れ開始温度(℃)	直接焼入れ停止温度(℃)	焼戻し開始温度(℃)	焼戻し温度(℃)	焼戻し開始～460℃までの板厚中心部の平均昇温速度(℃/s)	460℃～焼戻し温度までの板厚中心部の平均昇温速度(℃/s)	焼戻し温度までの板厚中心部の平均降温速度(℃/s)	保持後の焼戻し温度～200℃までの平均冷却速度(℃/s)	PWHT条件	備考
1	A	10	1150	830	170	140	550	0.9	1.2	0	1	580°C×1h	本発明例
2	B	25	1130	810	100	80	550	0.8	2.0	0	0.3	620°C×1h	本発明例
3	C	25	1130	850	180	150	600	0.1	20.0	0	0.3	660°C×1h	本発明例
4	D	25	1100	830	50	40	600	0.3	15.0	0	0.3	620°C×2h	本発明例
5	E	25	1050	820	170	140	600	0.5	52.0	0	0.3	620°C×4h	本発明例
6	F	25	1200	830	50	40	650	2.0	1.5	10	0.3	690°C×24h	本発明例
7	G	30	1100	850	130	100	680	0.7	100	60	0.25	620°C×16h	本発明例
8	H	40	1130	820	170	140	680	0.5	6.0	0	0.22	660°C×4h	本発明例
9	I	50	1150	830	380	350	650	5.5	5.5	0	0.2	660°C×4h	本発明例
10	J	50	1150	830	380	350	650	0.3	5.5	0	0.2	660°C×4h	本発明例
11	J	60	1130	850	100	80	550	4.0	4.0	0	0.18	660°C×4h	本発明例
12	J	60	1130	850	100	80	550	0.5	4.0	0	0.18	660°C×4h	本発明例
13	K	70	1100	820	300	270	650	0.6	1.8	0	0.15	660°C×4h	本発明例
14	L	100	1150	830	160	130	620	0.6	1.5	0	0.08	660°C×4h	本発明例
15	A	10	800	830	170	140	550	0.9	1.2	0	1	580°C×1h	比較例
16	B	25	1130	730	100	80	550	0.8	2.0	0	0.3	620°C×1h	比較例
17	C	25	1130	850	450	150	600	0.1	20.0	0	0.3	660°C×1h	比較例
18	D	25	1100	830	50	40	600	1.1	0.6	0	0.3	620°C×2h	比較例
19	E	25	1050	820	170	140	600	1.3	0.5	0	0.3	620°C×4h	比較例
20	F	25	1200	830	50	40	650	2.0	0.4	10	0.3	690°C×24h	比較例
21	G	30	1100	850	130	100	680	20.0	0.3	60	0.25	620°C×16h	比較例
22	H	40	1130	820	170	140	680	0.5	0.9	0	0.22	660°C×4h	比較例
23	I	50	1150	830	380	350	650	0.5	0.7	0	0.2	660°C×4h	比較例
24	J	60	1130	850	100	80	550	0.5	0.5	0	0.18	660°C×4h	比較例
25	K	70	1100	820	300	270	650	0.6	0.2	0	0.15	660°C×4h	比較例
26	L	100	1150	830	160	130	620	0.6	0.1	0	0.08	660°C×4h	比較例

下線部:差明範囲外

【表3】

No.	鋼種	板厚(mm)	PWHT前			PWHT後			[PWHT後] - [PWHT前]の特性差		
			引張強度(NPa)	板厚中心部 $\sqrt{Tr_s}$ (°C)	引張強度(NPa)	板厚中心部 $\sqrt{Tr_s}$ (°C)	引張強度(NPa)	板厚中心部 $\sqrt{Tr_s}$ (°C)	引張強度(NPa)	板厚中心部 $\sqrt{Tr_s}$ (°C)	
1	A	10	641	-110	650	-107	9	3	本発明例		
2	B	25	647	-105	651	-101	4	4	本発明例		
3	C	25	615	-83	610	-80	-5	3	本発明例		
4	D	25	617	-79	613	-77	-4	2	本発明例		
5	E	25	610	-87	605	-84	-5	3	本発明例		
6	F	25	630	-66	612	-66	-18	0	本発明例		
7	G	30	841	-90	820	-82	-21	8	本発明例		
8	H	40	836	-86	830	-81	-6	5	本発明例		
9	I	50	824	-65	821	-62	-3	3	本発明例		
10	J	50	824	-76	821	-74	-3	2	本発明例		
11	J	60	992	-61	970	-59	-22	2	本発明例		
12	J	60	992	-70	970	-70	-22	0	本発明例		
13	K	70	997	-65	965	-63	-32	2	本発明例		
14	L	100	1011	-60	992	-59	-19	1	本発明例		
15	A	10	514	-45	520	-22	6	23	比較例		
16	B	25	530	-40	540	-18	10	22	比較例		
17	C	25	552	-35	520	-9	-32	26	比較例		
18	D	25	610	-32	554	-11	-56	21	比較例		
19	E	25	605	-41	523	-18	-82	23	比較例		
20	F	25	620	-24	560	1	-60	25	比較例		
21	G	30	847	-29	768	0	-79	29	比較例		
22	H	40	840	-23	782	-1	-58	22	比較例		
23	I	50	850	-33	790	-2	-60	31	比較例		
24	J	60	990	-32	917	5	-73	37	比較例		
25	K	70	1001	-25	905	12	-96	37	比較例		
26	L	100	1015	-17	911	10	-104	27	比較例		

下線部：特性値目標外

【0057】

表3から明らかなように、この発明法により製造した鋼板No. 1～14（本発明例）のPWHT後の引張強度・ $\sqrt{Tr_s}$ 、PWHT前とPWHT後の引張強度差・ $\sqrt{Tr_s}$ 差は、何れも、目標値を満足している。

【0058】

なお、本発明例である鋼板No. 9と10とを比較すると、焼戻し開始～460°Cまでの板厚中心部の平均昇温速度が1°Cを超える鋼板No. 9は、これと同一成分で、焼戻し開始～460°Cまでの板厚中心部の平均昇温速度が1°C未満である鋼板No. 10と比べて韌性値が若干劣っている。同様に、本発明例である鋼板No. 11と12とを比較すると、鋼板No. 11は、鋼板No. 12と比べて韌性値が若干劣っている。

【0059】

これに対して、比較例である鋼板No. 15～26は、PWHT後の引張強度、PWHT後の $\sqrt{Tr_s}$ 、PWHT前とPWHT後の引張強度差、PWHT前とPWHT後の $\sqrt{Tr_s}$ 差の内、少なくとも三つが上記目標範囲を外れている。以下、これらの比較例を個別に説明する。

【0060】

加熱温度が本発明範囲から外れている鋼板No. 15は、PWHT後の引張強度、PWHT後のvTrs、PWHT前とPWHT後のvTrs差が何れも目標値に達していない。

【0061】

直接焼入れ開始温度が本発明範囲から外れている鋼板No. 16は、PWHT後の引張強度、PWHT後のvTrs、PWHT前とPWHT後のvTrs差が何れも目標値に達していない。

【0062】

直接焼入れ停止温度が本発明範囲から外れている鋼板No. 17は、PWHT後の引張強度、PWHT後のvTrs、PWHT前とPWHT後のvTrs差が何れも目標値に達していない。

【0063】

焼戻し開始～460℃までの平均昇温速度および460℃～焼戻し温度までの平均昇温速度の何れもが本発明範囲から外れている鋼板No. 18、19、20、21は、PWHT後の引張強度、PWHT後のvTrs、PWHT前とPWHT後の引張強度差、PWHT前とPWHT後のvTrs 差が何れも目標値に達していない。

【0064】

460℃～焼戻し温度までの平均昇温速度が本発明範囲から外れている鋼板No. 22、23、24、25、26は、PWHT後のvTrs、PWHT前とPWHT後の引張強度差、PWHT前とPWHT後のvTrs差が何れも目標値に達していない。

【書類名】要約書

【要約】

【課題】 焼入れ・焼戻し材の焼戻し処理時における板厚中心部の昇温速度を規定することによって、従来材よりもP W H T後の強度・靭性バランスに優れる高張力鋼板の製造方法を提供する。

【解決手段】 質量%で、C : 0. 02~0. 18%、Si : 0. 05~0. 5%、Mn : 0. 5~2. 0%、Al : 0. 005~0. 1%、N : 0. 0005~0. 008%、P : 0. 03%以下、S : 0. 03%以下、残部 : Fe および不可避的不純物からなる鋼を鋳造後、 A_{r3} 変態点以下に冷却することなく、あるいは A_{c3} 変態点以上に再加熱し、所定の板厚に熱間圧延した後、引続き A_{r3} 変態点以上から直接焼入れ、あるいは加速冷却によって400°C以下の温度まで冷却した後、圧延機および直接焼入れ装置もしくは加速冷却装置と同一の製造ライン上に直結して設置された加熱装置を用いて、460°Cから A_{c1} 変態点以下の所定の焼戻し温度までの板厚中心部の平均昇温速度を1°C/s以上として、板厚中心部の最高到達温度を520°C以上に焼戻す。

【選択図】 なし

出願人履歴

000001258

20030401

名称変更

599037779

東京都千代田区内幸町二丁目2番3号

JFEスチール株式会社